

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-187049

(43)公開日 平成6年(1994)7月8日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 D 19/02	D	8610-3H		
F 1 6 F 15/02	A	9138-3J		
G 0 1 H 17/00	D	8117-2G		
G 0 5 B 17/02		7531-3H		
G 1 0 K 11/16	H	7406-5H		

審査請求 未請求 請求項の数8(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-334570

(22)出願日 平成4年(1992)12月15日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 高橋 直紀

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 平林 久明

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 石丸 伊知郎

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(74)代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

最終頁に続く

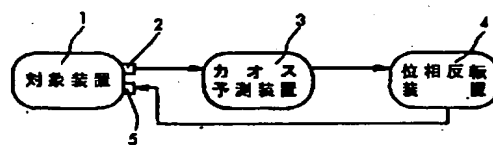
(54)【発明の名称】 防音、防振方法およびその装置

(57)【要約】

【目的】 従来予測が難しかった非線形の振動に対してもある程度の短期予測が可能なカオス予測を用い、家電製品、自動車、産業機械等の対象装置の防音、防振、故障予知診断を行いうる防音、防振方法およびその装置を提供する。

【構成】 対象装置1に取付けた振動ピックアップ2と、振動ピックアップ2からの出力信号を用いてカオスアトラクタを作る手段と、すでに作られたカオスアトラクタと振動ピックアップ入力信号とから近未来の振動を予測するカオス予測装置3と、予測された近未来の振動の位相を反転する位相反転装置4と、反転された信号により対象装置1を加振する加振器5とを備えた。ここで、カオス予測装置としては、サンプリング回路9、差分計算器10、カオスアトラクタ作成回路11、関数記憶装置12、予測回路13からなるものである。

図 1



2…振動ピックアップ 5…加振器

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象とする装置の振動を測定した振動信号をカオス予測手段に入力し、当該カオス予測手段に予め記憶されているカオスアトラクタを用いて近未来の振動を予測し、予測した振動の位相を位相反転手段により反転し、反転された信号により前記対象とする装置を加振することを特徴とする防音、防振方法。

【請求項2】 対象とする装置に取付けた振動ピックアップと、

振動ピックアップからの出力信号を用いてカオスアトラクタを作る手段と、

すでに作られたカオスアトラクタと振動ピックアップ入力信号とから近未来の振動を予測するカオス予測手段と、

予測された近未来の振動の位相を反転する位相反転手段と、

反転された信号により前記対象とする装置を加振する加振器とを備えたことを特徴とする防音、防振装置。

【請求項3】 振動ピックアップとしてマイクロホンを用い、加振器としてスピーカを用いたことを特徴とする請求項2記載の防音装置。

【請求項4】 カオス予測手段は、入力信号をサンプリングするサンプリング回路と、サンプリング回路でサンプリングした信号の差分を計算する差分回路と、

サンプリング時刻と差分値との関係を求める差分関数を作るカオスアトラクタ作成回路と、

求めた差分関数を記憶する差分関数記憶回路と、

前記サンプリング回路でサンプリングした信号と差分関数記憶回路に記憶された差分関数とを比較して入力信号の短期予測値を算出する短期予測回路とを備えたカオス予測回路であることを特徴とする請求項1記載の防音、防振方法。

【請求項5】 カオス予測手段は、入力信号をサンプリングするサンプリング回路と、サンプリング回路でサンプリングした信号の差分を計算する差分回路と、

サンプリング時刻と差分値との関係を求める差分関数を作るカオスアトラクタ作成回路と、

求めた差分関数を記憶する差分関数記憶回路と、

前記サンプリング回路でサンプリングした信号と差分関数記憶回路に記憶された差分関数とを比較して入力信号の短期予測値を算出する短期予測回路とを備えたカオス予測回路であることを特徴とする請求項2記載の防音、防振装置。

【請求項6】 カオス予測回路をIC化したことを特徴とする請求項1または4記載のいずれかの防音、防振方法。

【請求項7】 カオス予測回路をIC化したことを特徴とする請求項2または5記載のいずれかの防音、防振装

置。

【請求項8】 対象とする装置に取り付けた振動ピックアップと、

この振動ピックアップからの出力信号に応じて振動の予測を行う、請求項4ないし7記載のいずれかのカオス予測装置と、

このカオス予測装置の予測信号と実際の振動信号とを比較する比較回路とを備えたことを特徴とする故障予知診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、防音、防振方法およびその装置に係り、特に、カオス理論による短期予測を用いた防音、防振方法およびその装置に関するもので、家電製品、自動車、産業機械等の防振または防音に利用される。

【0002】

【従来の技術】一般に構造部材等の機械的振動を制振するためには、起振源からの振動の伝播を抑制しなければならない。そのため、起振源に防振部材を具備させる受動的な防振のほか、能動的な防振、いわゆるアクティブな防振が考えられてきた。従来のアクティブな防音、防振装置では、振動モードが線形であると仮定して周波数分析を行い、同一周波数を逆位相で起振源に加えたり、あるいは線形、非線形に関係なく検出した振動の位相を逆転させて起振源に加えたり、さらには時間に関して積分して直ちにアクチュエータを振動させる等の方法が行なわれていた。

【0003】このようなアクティブ防振制御方法の一例としては、例えば、特開昭63-106019号公報記載の技術が知られている。当該公報には、アクチュエータと荷重検出器を直列に配置し、この荷重検出器の出力信号を一階積分して得られる信号に基づいてアクチュエータを駆動する構成として、振動系の共振応答倍率を低下させようとしたものが開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記のごときアクティブ防振制御方法においては、振動モードは必ずしも線形ではないため、周波数分析を行なっても単純な波形の組合せに分解できないことが多く、また、振動を検出して直ちにアクチュエータを駆動するには高速演算回路が必要であり、かつ高速回路を使用したとしても多少の時間遅れは避けられない等の問題点があった。

【0005】ところで、近年、数学や物理学で、一見不規則にみえる運動の法則性を見出す研究としてカオス理論が注目されている。原理的には確立しているはずのものが予測不可能になる現象をカオス（混沌）という。これら不規則現象を簡単な関数関係で説明できる期待がたかまっている。

【0006】本発明は、上記従来技術の問題点を解決す

3

るためになされたもので、従来予測が難しかった非線形の振動に対してもある程度の短期予測が可能なカオス予測を用い、家電製品、自動車、産業機械等の対象装置の防音、防振、故障予知診断を行いうる防音、防振方法およびその装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る防音、防振方法は、対象とする装置の振動を測定した振動信号をカオス予測手段に入力し、当該カオス予測手段に予め記憶されているカオスアトラクタを用いて近未来の振動を予測し、予測した振動の位相を位相反転手段により反転し、反転された信号により前記対象とする装置を加振するようにしたものである。

【0008】また、上記目的を達成するために、本発明に係る防音、防振装置は、対象とする装置に取付けた振動ピックアップと、振動ピックアップからの出力信号を用いてカオスアトラクタを作る手段と、すでに作られたカオスアトラクタと振動ピックアップ入力信号とから近未来の振動を予測するカオス予測手段と、予測された近未来の振動の位相を反転する位相反転手段と、反転された信号により前記対象とする装置を加振する加振器とを備えたものである。

【0009】上記防音、防振方法および防音、防振装置において、カオス予測手段は、入力信号をサンプリングするサンプリング回路と、サンプリング回路でサンプリングした信号の差分を計算する差分回路と、サンプリング時刻と差分値との関係を求める差分関数を作るカオスアトラクタ作成回路と、求めた差分関数を記憶する差分関数記憶回路と、前記サンプリング回路でサンプリングした信号と差分関数記憶回路に記憶された差分関数とを比較して入力信号の短期予測値を算出する短期予測回路とを備えたカオス予測回路である。

【0010】

【作用】このような構成としたため、サンプリング信号の大きさとサンプリングから一定時間経過後の信号の差分との関係、いわゆるカオスアトラクタを予め求めておくことができる。このカオスアトラクタと現在のサンプリング信号の大きさとから、近未来の振動の短期予測を行うことができる。この短期予測値の位相を逆転してアクチュエータに加えることにより、近未来の振動が打ち消され、防音または防振作用が得られるものである。

【0011】

【実施例】以下、本発明の各実施例を図1ないし図6を参照して説明する。

【実施例 1】まず、本発明の第一の実施例を図1を参照して説明する。図1は、本発明の一実施例に係る防音、防振装置の構成を示すブロック図である。図1において、1は防音、防振の対象とする対象装置、2は振動ピックアップ、3は、近未来の振動を予測するカオス予測回路またはプログラムよりなるカオス予測装置、4

4

は、カオス予測装置3で予測された近未来の振動の位相を反転する位相反転回路またはプログラムよりなる位相反転装置、5は、反転された信号により前記対象装置1を加振する加振器である。

【0012】この実施例では、防振対象となる対象装置1に振動ピックアップ2を取付け、振動ピックアップ2からの信号をカオス予測装置3に入力する。カオス予測装置3で予測された次の瞬間（近未来）の振動信号を位相反転装置4に入力する。位相反転装置4からの出力は対象装置1に取付けられた加振器5に送られ、対象装置1の振動を打消すように振動する。ここで言う近未来に係る次の瞬間とは、カオス予測装置3での予測に要する時間、位相反転装置4での時間遅れ、加振器5での時間遅れを含む、この防振系での遅れ時間を現在の時刻に加えた時刻のことである。また、カオス予測装置の予測方法については、第三の実施例のところで説明する。

【0013】この第一の実施例では、具体的には、例えば、ルームエアコン室外機のコンプレッサのところに振動ピックアップ2を取付け、ベースおよびカバーの数個所に加振器5を取り付ける。そして、コンプレッサの振動がベースおよびカバーにどのように伝わるかという伝達関数を各場所ごとに予め求めておき、カオス予測した予測振動にこの振動伝達関数を掛けたものを各場所の振動予測値とし、この位相を反転して各部の加振器5を振動させれば、各部の振動を打消すことができる。

【0014】〔実施例 2〕図2は、本発明の他の実施例に係る防音、防振装置の構成を示すブロック図である。図中、図1と同一符号のものは先の実施例と同等部である。図2に示す例では、対象装置1としてはルームエアコン室内機であり、その空気吹出口に空気の振動をとらえるマイク6をルームエアコン内側に向けて取付けてある。このマイク6からの信号をカオス予測装置3に送り、さらにカオス予測装置3での予測値を位相反転装置4で反転して、空気吹出口に外向きに取付けられたスピーカ7に送る。このスピーカの振動によって空気吹出口からの騒音が打消され、防音効果が得られる。

【0015】〔実施例 3〕次に、第三の実施例として図3ないし図5を参照してカオス予測回路を説明する。図3は、本発明のさらに他の実施例に係る防音、防振装置のカオス予測回路のブロック図、図4は、サンプリング回路9におけるサンプリングを説明する線図、図5は、差分計算および差分関数を求める方法を説明する線図である。図3において、8は入力信号、9は、入力信号8をサンプリングするサンプリング回路、10は、サンプリング回路9でサンプリングした信号の差分を計算する差分回路を備えた差分計算器である。

【0016】11は、サンプリング時刻と差分値との関係を求める差分関数（カオスアトラクタ）を作るカオスアトラクタ作成回路、12は、求めた差分関数を記憶する差分関数記憶回路、13は、前記サンプリング回路で

10

20

30

40

50

サンプリングした信号と差分関数記憶回路12に記憶された差分関数とを比較して入力信号の短期予測値を算出する予測回路、すなわち、記憶されたカオスアトラクタと現在のサンプリング信号とから信号の変化を予測する予測回路であり、この予測回路13は予測値14を出力する。これらのカオス予測回路はIC化することにより、小形化が可能である。

【0017】図4により、三次元カオスアトラクタを作る場合の例を説明する。入力信号を、ある時刻 $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ , ...,  $t_n$ で、入力信号値 $f(t_1)$ ,  $f(t_2)$ , ...,  $f(t_n)$ をサンプリングする。次いで、各時刻から一定の時間 $\tau$ だけ経過したときの入力信号値 $f(t_n + \tau)$ をサンプリングする。さらに、時刻 $t_n$ から時間 $2\tau$ だけ経過したときの入力信号値 $f(t_n + 2\tau)$ をサンプリングする。

【0018】図5では、このサンプリングした信号から差分を計算し、カオスアトラクタを作成する方式を示す。サンプリング回路9でサンプリングした信号の時刻 $t_n$ と時刻 $t_n + \tau$ との差を $f(t_n) - f(t_n + 1)$ とし、また時刻 $t_n$ と時刻 $t_n + 2$ での信号の大きさの差を $f(t_n) - f(t_n + 2\tau)$ とする。そして $f(t_n)$ ,  $f(t_n) - f(t_n + \tau)$ ,  $f(t_n) - f(t_n + 2\tau)$ の3つを軸にとって $n$ を変えながらプロットしたのがこの図5である。

【0019】非線形の信号であっても、まったくのランダム信号でなければ、このプロットした点はあるパターンの近傍に集まる。この例では、三次元の場合を示しているが、三次元空間で一定のパターンに集まらない場合は、 $f(t - 3\tau) - f(t - 4\tau)$  ... とプロット数を増やし、次元を増やせば良い。このようにプロットした点があるパターンに集まれば、この差分関数(カオスアトラクタ)を差分関数記憶装置12に予め記憶しておく。そしてサンプリング回路から新たにある時刻 $t_n$ の信号 $f(t_n)$ と、さらに $\tau$ だけ後の信号 $f(t_n + \tau)$ とが予測回路13に入ってくると、差分関数記憶回路12に記憶された差分関数を参照することによって $t_n$ よりも $2\tau$ 後の信号の大きさ $f(t_n + 2\tau)$ が予測できる。

【0020】【実施例 4】次に、図6は、本発明のさらに他の実施例に係る故障予知診断装置のブロック図である。図中、図1と同一符号のものは先の実施例と同等部分である。この第四の実施例は、カオス予測回路の応用例を示すものである。図6に示す故障予知診断装置では、対象装置1に振動ピックアップ2を取付け、この振動ピックアップ2からの出力によりカオス予測回路3で振動の短期予測を行う。この予測と実際の信号とを比較回路15で比較し、ある範囲内の誤差であれば故障でないと故障診断予知回路16で判断する。予測値と実際の値が許容範囲を越えた場合は故障あるいは故障に至る過程をたどっていると判断する。

【0021】この場合は改めてカオスアトラクタを作り直し、従来のカオスアトラクタよりも次元が増えていれば本来固定されているものが外れて複雑な振動モードになったことが推定される。また、次元が減っていれば何かの機能が停止し、振動モードが単純になったと推定される。また、予め予想される故障に対しては、その故障モードのときのカオスアトラクタを前もって作成、記憶しておくことにより、故障が発生したときに、そのカオスアトラクタの形から故障の種類が診断できるものである。

【0022】上記各実施例によれば、従来予測が難しかった非線形の振動に対して、短期予測ができるカオス予測回路をIC化し、対象装置と組合せたことにより、防振、防音効果が得られる。また、この回路で得られるカオスアトラクタを比較することにより、対象装置の故障予知、診断が可能となった。

#### 【0023】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、従来予測が難しかった非線形の振動に対してもある程度の短期予測が可能なカオス予測を用い、家電製品、自動車、産業機械等の対象装置の防音、防振、故障予知診断を行いうる防音、防振方法およびその装置を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る防音、防振装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の他の実施例に係る防音、防振装置の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明のさらに他の実施例に係る防音、防振装置のカオス予測回路のブロック図である。

【図4】サンプリング回路におけるサンプリングを説明する線図である。

【図5】差分計算および差分関数を求める方法を説明する線図である。

【図6】本発明のさらに他の実施例に係る故障予知診断装置のブロック図である。

#### 【符号の説明】

- 1 対象装置
- 2 振動ピックアップ
- 3 カオス予測装置
- 4 位相反転装置
- 5 加振器
- 6 マイク
- 7 スピーカ
- 8 入力信号
- 9 サンプリング回路
- 10 差分計算器
- 11 カオスアトラクタ作成回路
- 12 差分関数記憶回路
- 13 予測回路

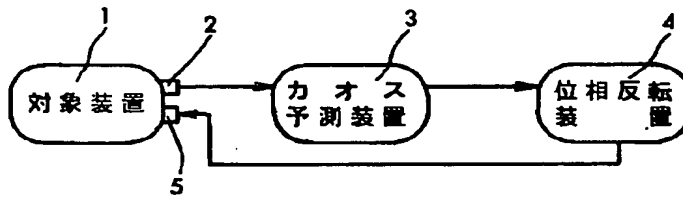
14 予測値  
15 比較回路

\* 16 故障予知診断回路

\*

【図1】

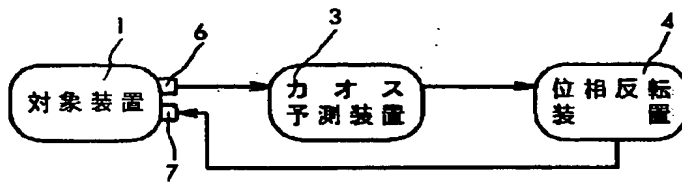
図 1



2…振動ピックアップ 5…加振器

【図2】

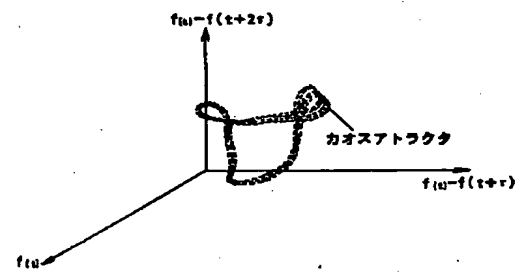
図 2



6…マイク 7…スピーカ

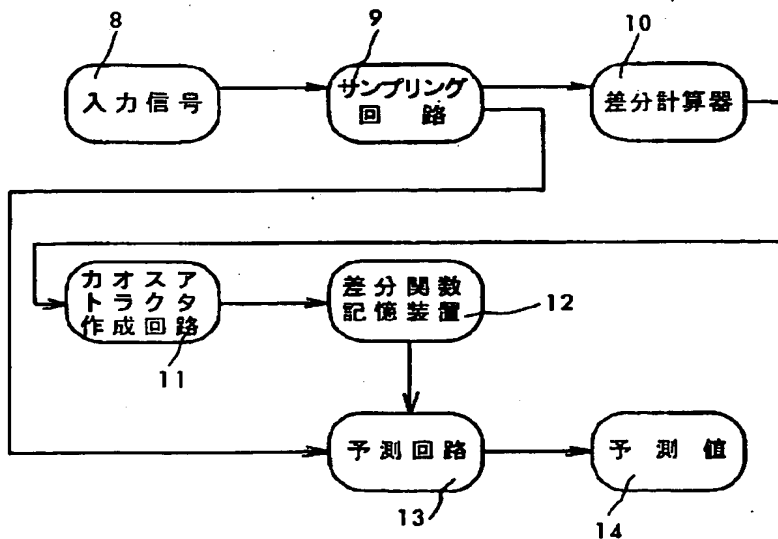
【図5】

図 5

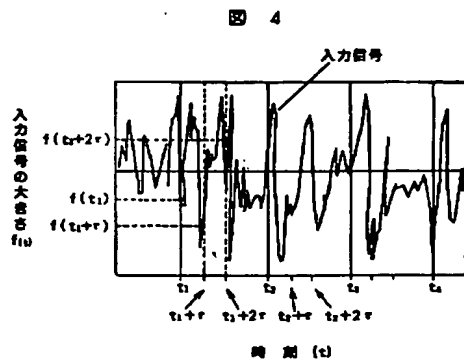


【図3】

図 3

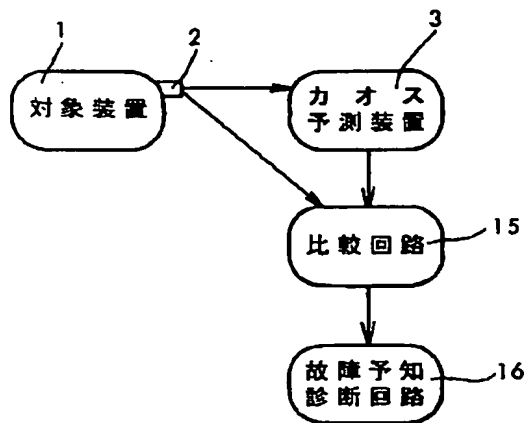


【図4】



【図6】

図 6



フロントページの続き

(72)発明者 古市 浩朗

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内